

103 Cl. 37-41
(4th)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-249027

(43)Date of publication of application : 17.09.1999

(51)Int.Cl.

G02B 21/24

G02B 7/04

G02B 7/28

(21)Application number : 10-049367

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 02.03.1998

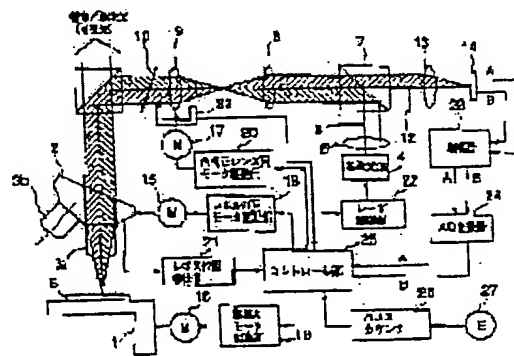
(72)Inventor : ENDO HIDEAKI

(54) AUTOMATIC FOCUSING MICROSCOPE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily and surely set the offset adjustment of a focusing position to all the samples which can be automatically focused by adjusting the focal distance of a correction lens group and electrically driving a focal distance adjusting mechanism in accordance with the magnification of each objective lens.

SOLUTION: A control part 25 gives a driving instruction to a correction lens driving part 20 to drive a color correction lens motor 17, to adjust the moving amount of a color correction lens group 9 in the optical direction and to correct the image forming position of a P.D.14. Since the corrected moving amount is different between the objective lenses 3a and 3b, respectively, it is stored in the every lenses to be used 3a and 3b. In such a way, since the optimum adjustment is performed for every magnification of the lenses 3a and 3b, the offset operation is always performed by the fixed moving amount of the lens regardless of the kinds of the lenses 3a and 3b. Therefore, the offset adjustment is always easily and surely set to all the samples in surplus adjusting width.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.12.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application]

arching PA]

onverted registration]

Date of final disposal for application]

Patent number]

Date of registration]

Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

Date of extinction of right]

11-249027,A [DESCRIPTION OF DRAWINGS]

NOTICES *

and NCIPI are not responsible for any
 damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

**** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

Brief Description of the Drawings]

Drawing 1] Drawing showing the whole configuration concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

Drawing 2] The block diagram showing the detailed circuitry of the control section of drawing 1.

Drawing 3] Drawing showing the image formation condition of the spot light to the photodiode concerning the gestalt of this operation.

Drawing 4] Drawing showing the property of the signal from the photodetector concerning the gestalt of this operation.

Description of Notations]

-- Sample migration stage

-- Revolver body

a, 3b -- Objective lens

-- Criteria light source

i -- Collimate lens

j -- Floodlighting side stopper

7 -- PBS

3 -- Condenser lens group

9 -- Color correction lens group

10 -- $\lambda/4$ plate

11 -- Dike lock mirror

12 -- Light-receiving side stopper

13 -- Condenser lens group

14 -- Photodiode (P. D.)

15 -- Motor for revolvers

16 -- Motor for focusing

17 -- Motor for color correction lenses

18 -- The motorised section for revolvers

19 -- The motorised section for focusing

20 -- The motorised section for color correction lenses

21 -- REBO hole location detecting element

22 -- Light source mechanical component

23 -- Amplifier

24 -- A/D converter

25 -- Control section

26 -- Impulse counter

27 -- JOG encoder (E)

28 -- CPU body

29 -- ROM

30 -- RAM

31 -- I/O Port

32 -- Data bus

11-249027,A [DESCRIPTION OF DRAWINGS]

- Limit detecting element
- Observation sample

translation done.]

11-249027,A [DETAILED DESCRIPTION]

NOTICES *

© and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

**** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

ETAILED DESCRIPTION

Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the possible automatic-focusing microscope of adjusting the focus location of an observation sample automatically.

[0002]

[Description of the Prior Art] The microscope which can observe detailed data now or can record an observation image as a video image begins to study the living thing field, and is broadly used to the inspection process of the industrial field. When using such a microscope, a focus doubling activity is done by usually performing the focus of an observation sample by focusing handle actuation. However, like especially a quantity twice objective lens, since this activity is manual operation, when [that the depth of focus is shallow] the focus range is narrow, in order to perform focus doubling actuation quickly, it needs remarkable mastery.

[0003] And when the operability of this focus doubling activity is bad, a bad influence called fatigue of an operator and decline in productive efficiency will be done. Especially in routine works, such as an inspection process, it becomes a very important technical problem to perform this actuation quickly and to shorten inspection time amount.

[0004] Then, the microscope with the automatic focus function in which such focus doubling actuation can be performed automatically was proposed variously, and many proposals aiming at those improvements have also been made.

[0005] In a patent number No. 2614843, while amending the wavelength difference of the infrared light for focus detection, and the actually observed light, according to the chromatic aberration of each set object lens at the time of using two or more objective lenses, a means for an automatic-focusing detection location to compensate rose ***** is indicated, and an improvement of operability and reduction of a manufacturing cost are proposed.

[0006] Moreover, in order not to leak and to detect the defect of each layer to the sample which has a level difference like the semi-conductor wafer by which multilayer formation was carried out, a proposal like JP,6-281409,A is made.

[0007] Furthermore, by JP,8-43717,A, the optical path by the side of detection is divided into two, from a different photo detector using two kinds of image formation lenses with which scale factors differ respectively, the judgment of a focus location is performed in a wide range field by obtaining a detecting signal, and the correspondence nature to a sample is raised.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] A controller is respectively prepared for every objective lens, and since the method proposed by the patent number No. 2614843 which gave [above-mentioned] explanation can set up the offset value from a focus location and can be reproduced for every objective lenses of these, it demonstrates effectiveness enough for amendment of the chromatic aberration of an objective lens.

[0009] However, consideration is not made to the location gap of the focus by the variation in the sample itself. When this wants to observe respectively the upper and lower sides of the level difference of the sample which has a level difference in a front face like for example, a semi-conductor wafer, although it is effective, to one of the focus locations, the fault that a focus does not suit already arises in focus location of one of the two. In this case, in order to observe the focus location of another side, it observes by operating the controller prepared for every objective lens, and shifting the optimal focus location, or automatic-focusing detection actuation is interrupted temporarily, and it has resulted in having forced the focus doubling actuation in hand control.

[0010] Moreover, in above-mentioned JP,6-281409,A, the test equipment for observing two or more focal locations is

licated, and it is effective to complete routine inspection of a certain specific sample. That is, in inspection of the single sample which the level difference of a multilayer side understands beforehand, it is an effective means. However, when the thickness of a sample is unknown, and the configuration of a sample changes, there is [when observing another sample by which level differences differ, or] a fault that a prompt action cannot be taken. That is, although modification or the activity registered newly is needed in a focal offset value in order to make observation possible, the consideration about the setting approach etc. is not made, but the case which the engineer well versed in equipment with setting actuation other than an observer when the worst has to perform may also be generated. Therefore, when two or more samples had to be observed, it was not able to fit.

[0011] By the way, in this kind of focal detection equipment, the possible range of a focus location judging becomes so narrow that an objective lens becomes a high scale factor on that optical property. Since this originates in the image formation lens by the side of detection being a fixed scale factor, even if the offset for every objective lens and amendment of a focal location are possible, in two invention, the above-mentioned patent number No. 2614843 and JP,6-281409,A, engine performance, such as the range of a focus judging, and speed, precision, will be changed in connection with the scale factor of the optical system of an objective lens etc.

[0012] Moreover, in the above-mentioned *****8-43717**, in order to avoid the problem mentioned above, the optical path by the side of detection is divided into two, and the focus judging is performed based on two kinds of detecting signals from the optoelectric transducer by which image formation was carried out using two kinds of image formation lenses with which scale factors differ respectively. However, inviting enlargement of the whole equipment accompanying the increment in optical system, a photo detector, etc., the rise of a price, etc. to coincidence by considering as such a configuration is not avoided. Moreover, since each image formation lens is a fixed scale factor too, by the time it secures the optimal focus actuation according to various scale factors, it will not result.

[0013] Since the migration width of face differs by the case where they are the case where an image formation lens is a low scale factor, and a high scale factor and a limit arises also to the adjustment width of face of offset also about the case where furthermore move the location of the image formation lens by the side of detection, and focal offset is performed, with a configuration which is specified in above-mentioned JP,6-281409,A, there is a possibility that a setup of a satisfactory focal offset value cannot be performed.

[0014] The place which this invention was made in view of the above actual condition, and is made into the purpose In case automatic-focusing detection is performed, irrespective of the thickness of the magnification of objective or a sample While making it possible certain and to carry out to a high speed, the focus doubling actuation to the direction location of an optical axis of the arbitration which a user wants to observe, always securing the wide range focus judging range It is in offering the automatic-focusing microscope excellent in operability which can set up offset adjustment of a focus location simply and certainly to all the samples in which an automatic focus is possible by the adjustment width of face which always had allowances irrespective of the magnification of objective etc.

[0015]

[Means for Solving the Problem] The observation optical system which observes the light from this sample because invention according to claim 1 irradiates the light through one of two or more of the exchangeable objective lenses at a sample, The light source which floodlights visible outdoor daylight in the above-mentioned sample through the objective lens within this observation optical system, The optical/electrical converter which is arranged in the image surface of the light figure reflected by the above-mentioned sample of the above-mentioned visible outdoor daylight, and outputs the signal according to the location within the image surface of this visible outdoor daylight, A focus justification means to adjust the focus location of a sample based on the output signal from this optical/electrical converter, In the focal detection equipment used for the microscope equipped with an amendment means to amend gap of the visible outdoor daylight to the light for every above-mentioned each set object lens by the correcting lens group the above-mentioned amendment means It is characterized by providing the focal distance adjustment device in which the focal distance of the above-mentioned correcting lens group is adjusted, and the driving means which drives the above-mentioned focal distance adjustment device electrically according to the scale factor of the above-mentioned each set object lens.

[0016] As a result of considering as such a configuration, in case automatic-focusing detection is performed, irrespective of the depth of focus which changes with scale factors of each set object lens, or the thickness of a sample While becoming certainly possible to carry out to a high speed, even if it faces [offset adjustment of a focus location] the focus doubling actuation to the direction location of an optical axis of the arbitration which a user wants to observe, securing the wide range

cus judging range. Irrespective of an objective lens scale factor etc., it becomes possible to set up simply and certainly by adjustment width of face which always had allowances to all the samples in which an automatic focus is possible.

(017) Invention according to claim 2 is set to invention of the claim 1 above-mentioned publication, and the above-mentioned amendment means is characterized by providing the driving means which drives the above-mentioned correcting lens group electrically with the signal from the input section with which an observer operates a movable correcting lens group displacement device and this correcting lens group displacement device in the location of the predetermined arbitration of the section of an optical axis within the limits.

(018) As a result of considering as such a configuration, in addition to an operation of invention of the claim 1 above-mentioned publication, offset adjustment of the above-mentioned focus location which was more excellent in operability can be performed now. Invention according to claim 3 is characterized by the above-mentioned amendment means possessing further an information means to report this when the location of the above-mentioned correcting lens group arrives at either of the both ends of the drive range of the above-mentioned focal distance adjustment device in invention above-mentioned claim or given in two.

(019) Since this can be immediately recognized in addition to an operation of invention above-mentioned claim 1 or given in two when the location of a correcting lens group arrives at either of the both ends of the drive range as a result of considering as such a configuration, operability can be improved further and observation etc. can be performed more efficiently.

(020) [Embodiment of the Invention] (Gestalt of the 1st operation) The gestalt of operation of this invention is hereafter explained with reference to a drawing. Drawing 1 shows that whole configuration and rotates the revolver body 2 which can attach two or more objective lenses 3a and 3b and the objective lenses 3a and 3b of these plurality, and this revolver body 2. In order to make the objective lens 3 of arbitration insert into an optical path, the electric revolver consists of REBO hole location detecting elements 21 for detecting whether the objective lens fitting location of the motor 15 for revolvers which performs an electric drive, and revolver body 2 throat is inserted into the current optical path.

(021) However, in this electric revolver, the rotation drive of the above-mentioned motor 15 for revolvers is carried out by drive control of the motorised section 18 for revolvers which receives the signal from the control section 25, and the contents detected by the REBO hole location detecting element 21 which detects whether the hole location of revolver body 2 throat is equipped with the objective lens 3, and to set up are sent to the control section 25 as it is.

(022) ROM29 which the control section 25 is a well-known CPU circuit, and stored the program for controlling the CPU body 28 and a system to be shown in drawing 2, RAM30 which is the volatile memory which stores data required for control at any time, I/O Port 31 which performs I/O of a control signal, and the data bus 32 which connects these, It will consist of circumference circuits of common knowledge, such as an oscillator which is not illustrated and an address decoder, and each peripheral device will be controlled from this I/O Port 31 and data bus 32.

(023) The observation sample S used as the candidate for observation is laid on the sample migration stage 1, and can be observed now with an objective lens 3. The above-mentioned sample migration stage 1 is connected to the motor 16 for focusing, and it is possible to move the sample migration stage 1 up and down to an optical axis and a perpendicular direction electrically. Driving this motor 16 for focusing by the motorised section 19 for focusing, the motorised section 19 for focusing receives the control from the control section 25 through above-mentioned I/O Port 31.

(024) As the criteria light source 4 used for an automatic focus, the light source of visible outdoor daylight wavelength fields, such as infrared radiation, is used. This criteria light source 4 performs pulse lighting of the light source etc., and it is controlled from the light source mechanical component 22 which controls the strength of the light source, and it passes along the collimate lens 5 for maintaining parallel light, only P polarization component is reflected by PBS7 through the floodlighting side stopper 6 which cuts the one half of the flux of light, and the laser beam emitted from the criteria light source 4 is led to a sample side. That is, the flux of light once condensed by the condenser lens group 8 passes along the color correction lens group 9. when passing $\lambda/4$ plate 10, it polarizes 45 degrees, and it is reflected by the dike lock mirror 11.

(025) The above-mentioned color correction lens group 9 has composition which combines both the zoom device in which a focal distance is changed by the motor 17 for color correction lenses, and the device in which migration to a perpendicular direction is performed to an optical axis, and is driven by the motorised section 20 for color correction lenses. Moreover, the limit detecting element 33 is formed in the both ends of the predetermined range in the direction of an optical axis of the color correction lens group 9, and the successive range of the direction of an optical axis of the above-mentioned color correction

ns group 9 is restricted.

[0026] Only an infrared region is reflected and, as for the visible region, the above-mentioned dike lock mirror 11 has the property to pass. Thereby, the infrared light for automatic focuses is reflected by the dike lock mirror 11, and it becomes possible to observe very much to the ocular which the light, i.e., the observation light, and the illumination light for inspecting sample do not illustrate here through the objective lens 3 inserted into the optical path. The flux of light reflected by the dike lock mirror 11 forms a spot-like image in the observation sample S with an objective lens 3. And conversely, through an objective lens 3 and the dike lock mirror 11, the flux of light reflected by the observation sample S polarizes 45 more degrees, then passing lambda/4 plate 10 again, and it switches to S polarization component shortly. Then, incidence of the color correction lens group 9 and the condenser lens group 8 is carried out to return and PBS7. Since the flux of light is S polarization component here as mentioned above, PBS7 is penetrated as it is, and after passing the light-receiving side stopper 2 and the condenser lens group 13, image formation is carried out to a photodiode (it is called "P. D." for short below) 14. P. D. 14 is a photodetector with which two photodiodes (sensors A and B) are located in a line centering on an optical axis. P. D. 14 is a photodetector with which two photodiodes (sensors A and B) are located in a line centering on an optical axis. The current signal according to the optical reinforcement of the spot by which image formation was carried out by P. D. 14 is amplified with a predetermined amplification factor, after a current / electrical-potential-difference conversion is carried out with amplifier 23, and after being changed into digital value with A/D converter 24 after that, data processing of it is carried out in the control section 25.

[0027] moreover, as a control unit in which what observes carries out a direct control The objective lens conversion SW which is not illustrated for changing into the thing of an arbitration scale factor the objective lens 3 which is made to rotate the revolver-body 2 and is inserted in the optical path, The automatic focus switch which performs setup/discharge of automatic focus actuation, and -- focusing -- the section -- vertical movement -- and -- color correction -- a lens -- a group -- fine -- migration -- directing -- a sake -- JOG -- an encoder -- (-- E --) -- 27 -- preparing -- having -- among these -- JOG -- an encoder -- 27 -- an encoder -- a signal -- an impulse counter -- 26 -- a pulse number -- changing -- having -- control -- the section -- 25 -- sending -- having . The above-mentioned JOG encoder 27 judges which rotated in the which direction by reading the pulse number from this impulse counter 26, and the control section 25 moves each mechanical component according to the rotation of the JOG encoder 27.

[0028] Next, the case of the gestalt of implementation of the above 1st where especially automatic focus actuation is performed is explained. In drawing 1 , if the automatic focus switch which was not shown is pushed, the control section 25 will give a signal to the light source mechanical component 22 in order to make the spot of the infrared light for automatic focuses irradiate the observation sample S, and will start the oscillation of the criteria light source 4.

[0029] A spot is irradiated by the flux of light from the criteria light source 4 at the observation sample S, that reflection is projected on P.D.14, and the location of this projected spot performs actual automatic focus control.

[0030] The principle of the automatic focus actuation indicated by the gestalt of this operation here is explained briefly. the spot image by which the spot from the criteria light source 4 is early reflected from the observation sample S, and image formation is carried out to P.D.14 if the case where the location of the sample migration stage 1 is close to the top. [location / focus] 3, i.e., an objective lens, is assumed now -- drawing 3 (a) -- like -- becoming -- the sensor B approach from a center position -- and reinforcement becomes weaker and image formation is carried out.

[0031] On the contrary, when the sample migration stage 1 is below a focus location (i.e., when far from an objective lens 3), image formation of the spot is carried out to sensor A approach like drawing 3 (c).

[0032] Moreover, as shown in drawing 3 (b), image formation of the configuration of a spot in case the sample migration stage 1 is located correctly in a focus location is mostly carried out to the core of an optical axis in the range where Sensors A and B are equal. And since it is in a focal location in this case, main optical reinforcement is the highest.

[0033] while judging a motion of such a spot and strength -- the control section 25 -- a degree type -- automatic focus actuation is performed by moving the sample migration stage 1 to the point used as $\text{integral}\{(A-B)/(A+B)\} = 0$. When the output of Sensor A is large, the sample migration stage 1 is driven upwards, and when the output of Sensor B is large, it moves downward. In this way, it can focus correctly on the front face of the observation sample 1.

[0034] However, fault big [one] occurs here. That is, the criteria light source 4 which performs automatic focus actuation is infrared light, and since wavelength differs from the actual light, even if automatic focus equipment has judged it as the focus according to chromatic aberration, in a light field, the situation where a focus shifts produces it. Then, the color correction lens group 9 is installed. The control section 25 gives drive directions to the mechanical component 20 for correcting lenses, drives the motor 17 for color correction lenses, adjusts the movement magnitude to the direction of an optical axis of the color

11-249027,A [DETAILED DESCRIPTION]

rection lens group 9, and amends the image formation location of P.D.14. Since this amendment movement magnitude can be limited to some extent with the property of an objective lens 3, and the operating wavelength of the criteria light source 4, the time of an equipment assembly and adjustment, it is memorizing the amendment migration value for every objective lens beforehand to EEPROM which is ROM29 or other storages, for example, nonvolatile memory, and amendment of it is attained based on that data. Moreover, since this amendment movement magnitude changes respectively with each set object lenses 3, it memorizes every objective lens 3 used.

[0035] Moreover, there is a role with one [important] more in the color correction lens group 9. Hereafter, this role is explained. Both the output signals of the sensors A and B from the photodetector inputted into the control section 25 serve as a property as shown in drawing 4 (a), and the signal by which data processing was carried out in the above-mentioned control section 25 serves as a property as shown in drawing 4 (b). That is, the range in the variation rate of a non-measuring plane, e., the vertical direction of a stage, where a signal appears becomes narrow, so that the configurations of a signal with the time of objective lens wearing of high twice and objective lens wearing of low twice differ greatly and it doubles [high]. It will be based on the difference in NA for every objective lens, the distance between peaks [in / in the signal detected using the twice / large / high / as many objective lens as NA / each signal] will become narrow, and this cause will present a still deeper rise and descent.

[0036] If the range which can detect these signals is narrow in order to judge a focus location using one of the signals as shown in drawing 4 (a) or drawing 4 (b), or both, in order to search the above-mentioned range with focus location detection equipment generally, time amount will be spent, and a focus judging will take time amount as a result.

[0037] This problem is avoidable by giving a zoom function to the color correction lens group 9 as a focal distance accommodation means. namely, -- a twice [low] as many objective lens as this -- the focal distance of the color correction lens group 9 -- small -- reverse -- high twice -- dispersion in the configuration of the above-mentioned detecting signal by the difference in NA between each set object lenses is canceled by enlarging a focal distance at the time of objective lens wearing, and it becomes possible to secure always sufficient focus judging range. About the focal distance correction value of this color correction lens group 9 as well as the amendment movement magnitude of point **, since that value can be specified according to the class of objective lens, the amendment based on the thing which carries out a storage setup of the focal distance correction value for every objective lens beforehand every objective lens 3 used for EEPROM which is ROM29 or other storages, for example, nonvolatile memory, then the data memorized is attained. Thereby, focus doubling to an observation image is completed.

[0038] Therefore, before automatic focus actuation is started in the gestalt of this operation, the above-mentioned color correction lens group 9 amends based on the amendment migration value with which it is equipped and to which it responded every each set object lens 3, and focal distance correction value, and is taken as the thing according to each set object lens 3 which sets up the environment of the optimal automatic focus actuation.

[0039] Where above color correction lens regulating automatically are made, finally focus doubling to an observation image is completed. Finally, the actuation at the time of the objective lens conversion under automatic focus actuation is explained.

[0040] When the circuit changing switch of the objective lens 3 which is not illustrated during automatic focus actuation is pushed, the control section 25 interrupts the automatic focus actuation under activation temporarily while in performing object conversion first it suspends the oscillation of the light source mechanical component 22 and suspends the data acquisition and data processing from A/D converter 24. Further the motorised section 18 for revolvers is driven, and rotation directions are given to the revolver body 2 by the motor 15 for revolvers. If rotation of the revolver body 2 is completed and the new objective lens 3 is inserted into an optical path The control section 25 checks the scale factor of the objective lens 3 in which the information from the REBO hole location detecting element 21 is inserted into read in and a current optical path. Each correction value of the chromatic-aberration correcting lens group 9 corresponding to it From nonvolatile memory to ROM29 or the read in which is not illustrated After driving the mechanical component 20 for correcting lenses according to the value, rotating the motor 17 for color correction lenses and adjusting the focal distance and location of the color correction lens group 9, the above-mentioned automatic focus actuation is resumed anew.

[0041] In this way, according to the gestalt of this operation, it becomes certainly possible to carry out to a high speed about the focus doubling actuation to the location (Z direction) of the arbitration which a user wants to observe, not being concerned with the thickness of the magnification of objective or a sample, but securing the wide range focus judging range, in case automatic-focusing detection is performed.

[0042] (Gestalt of the 2nd operation) The gestalt of operation of the 2nd of this invention is explained below. About the

stall of this 2nd operation, the offset device under automatic focus actuation is explained. In addition, it is the same as that the gestalt of implementation of the above 1st about the automatic focus actuation itself, and the whole configuration omits illustration and explanation into the same part here, using the same sign as the same thing as above-mentioned drawing 1 and drawing 2.

[043] However, concern whether the focus suits the part which is produced when the same automatic focus actuation as the stall of the 1st operation mentioned above is performed and focus doubling is completed and which an operator actually wants to observe is considered. That is, the diameter of a spot irradiated by the observation sample S is not very small, and a spot has not necessarily hit the part which the actual operator observed. Moreover, when many level differences are in a lot, the case where an exact output is not obtained from P.D.14 occurs. In order to solve this, with the gestalt of this operation, the following actuation shall be performed during automatic focus actuation.

[044] Automatic focus working and the control section 25 read the data of an impulse counter 26 into that the input from P.D.14 performs focus detection actuation, and coincidence, and supervise the JOG encoder 27. When the signal by rotation reactions occurs with the JOG encoder 27, the control section 25 which received this moves only the location, giving drive reactions to the mechanical component 20 for correcting lenses, and fixing the focal distance of the color correction lens group 9. Thereby, if the color correction lens group 9 moves during automatic focus actuation, though natural, the spot configuration of P.D.14 will change. That it should correspond to it, shortly, the control section 25 gives a driving signal to the motorised section 19 for focusing, and moves the sample migration stage 1. An addition setup of the offset value is carried out from the focus location which equipment detected as a result by repeating and performing such actuation, and it can be made to focus to the part which an operator wants to observe. moreover, when either of the both ends of the range where the location of the direction of the color correction lens group 9 of an optical axis be beforehand restrict by the above-mentioned offset actuation by the operator be arrive at, a signal shall be send to the control section 25 by the limit detecting element 33, and the control section 25 shall notify an operator of that using the means of the warning lamp of a control unit, a buzzer, etc. which be illustrate in response.

[045] The movement magnitude of the direction of an optical axis of the offset value 9 which operated here and was determined, i.e., a color correction lens group. When after objective lens modification is memorized for every objective lens in RAM30 and returned to the same objective lens. Since the color correction lens group 9 is moved to the location of an offset value and automatic focus actuation is resumed after changing an objective lens into a desired scale factor like above-mentioned explanation. Even when an objective lens is changed, it is possible to perform observation whose location to always observe the focus suited correctly.

[046] The offset adjustment width of face for every objective lens and resolution are in what should be taken into consideration here. That is, with the color correction lens by the conventional fixed scale factor, since the configuration of a detecting signal changes with the magnification of objective, especially NA(s) as mentioned above, the movement magnitude of the color correction lens which faces the offset adjustment for every objective lens differs very much. For example, with a twice [low] as many objective lens as this, it may happen to what [to move a color correction lens to to mum order] to require the movement magnitude of mm order with a twice [high] as many objective lens as this to apply an automatic focus to the location shifted 1 micrometer from the current focus location in a certain sample. Consequently, with a quantity twice objective lens, the range in which the increment in the time amount spent on offset adjustment and offset are possible is restricted, and it can consider that it becomes impossible to achieve a satisfactory function.

[047] However, in the equipment of the gestalt of this operation, since the color correction lens group 9 is equipped with a focal distance regulatory mechanism and the optimal adjustment is made for every magnification of objective, offset actuation can always be performed with fixed lens movement magnitude irrespective of the class of objective lens. Therefore, if the large successive range of the color correction lens group 9 is taken also about the range which can be offset, without being dependent on the magnification of objective, the offset actuation in which only the part has allowances also to the objective lens of which scale factor is possible.

[048] However, since movement magnitude here is an offset value in the case of being influenced by a sample and the observation location to the last, it is added that the offset value of a proper which it surely has in the equipment by chromatic aberration itself explained in the gestalt of implementation of the above 1st is fundamentally another. Therefore, it is desirable to memorize and save as another data respectively in the case of the data storage to RAM30.

[049] the microscope which be intelligible for the operator and be excellent in operability in this way with the adjustment width of face which always had allowances irrespective of the objective lens scale factor etc. having establish the means

2.11-249027,A [DETAILED DESCRIPTION]

which can be set up simply and certainly to all the samples in which an automatic focus be possible, and by having add the mit warning function in offset actuation even if it faced offset adjustment of the focus location under auto focus actuation according to the gestalt of this operation can be offer.

[0050] In addition, in the gestalt of the above 1st and the 2nd implementation, although the equipment configuration in the case of making the sample migration stage 1 go up and down in accordance with an optical axis explained, even if it is the method which it replaces [method] with this and makes a revolver go up and down, or other methods, the effectiveness is not spoiled.

[0051] Moreover, various modification is possible unless it deviates from the meaning of modification of focal distances, such as a zoom method and an attachment-and-detachment method of two or more lenses, as a focus device of a color correction lens group. Furthermore, although the automatic focus explained in the gestalt of this operation belongs to the pupil division method of the active methods, unless it deviates from the meaning of invention, it can be easily diverted also to the automatic focus equipment using other methods.

[0052] [Effect of the Invention] In case automatic-focusing detection is performed according to invention according to claim 1, irrespective of the depth of focus which changes with scale factors of each set object lens, or the thickness of a sample While becoming certainly possible to carry out to a high speed, even if it faces [offset adjustment of a focus location] the focus doubling actuation to the direction location of an optical axis of the arbitration which a user wants to observe, securing the wide range focus judging range Irrespective of an objective lens scale factor etc., it becomes possible to set up simply and certainly by the adjustment width of face which always had allowances to all the samples in which an automatic focus is possible.

[0053] According to invention according to claim 2, in addition to the effect of the invention of the claim 1 above-mentioned publication, offset adjustment of the above-mentioned focus location which was more excellent in operability can be performed now.

[0054] Since according to invention according to claim 3 in addition to an effect of the invention above-mentioned claim 1 or given in two this can be immediately recognized when the location of a correcting lens group arrives at either of the both ends of the drive range, operability can be improved further and observation etc. can be performed more efficiently.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-249027

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl.⁸

G 0 2 B 21/24
7/04
7/28

識別記号

F I

G 0 2 B 21/24
7/04
7/11

C
N
J

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-49367

(22) 出願日

平成10年(1998) 3月2日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 遠藤 英明

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

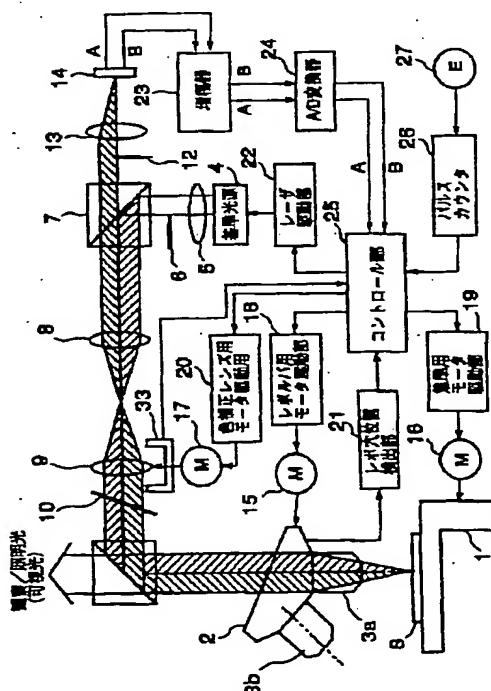
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54) 【発明の名称】 自動焦点顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】自動焦点検出時の対物レンズの倍率や標本の厚みに拘わらず、常に広範囲の合焦判定範囲を確保しながらピント合わせ操作を確実且つ高速に行なう。

【解決手段】複数の交換可能な対物レンズ3a, 3b…の1つを通して可視光を試料Sに照射して反射光を観察する観察光学系と、該対物レンズ3を通して試料Sに可視外光を投光する光源4と、可視外光の反射光像の像面に配置され、該可視外光の像面内位置に応じた信号を出力する光電変換器14と、光電変換器14の出力信号に基づいて試料Sの合焦位置を調整する焦準用モータ16、焦準用モータ駆動部19と、各対物レンズ毎の可視光に対する可視外光のズレを補正する補正レンズ群9と、補正レンズ群9の焦点距離を調整する色補正レンズ用モータ17、補正レンズ用モータ駆動部20と、対物レンズの倍率に応じて上記色補正レンズ用モータ17、補正レンズ用モータ駆動部20を駆動制御するコントロール部25とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の交換可能な対物レンズの1つを通して可視光を試料に照射することでこの試料からの光を観察する観察光学系と、この観察光学系内の対物レンズを通して上記試料に可視外光を投光する光源と、上記可視外光の上記試料で反射された光像の像面に配置され、該可視外光の像面内位置に応じた信号を出力する光電変換器と、この光電変換器からの出力信号に基づいて試料の合焦位置を調整する合焦位置調整手段と、上記各対物レンズ毎の可視光に対する可視外光のズレを補正レンズ群により補正する補正手段とを備えた自動焦点顕微鏡において、

上記補正手段は、上記補正レンズ群の焦点距離を調整する焦点距離調整機構と、上記各対物レンズの倍率に応じて上記焦点距離調整機構を電気的に駆動する駆動手段とを具備したことを特徴とする自動焦点顕微鏡。

【請求項2】 上記補正手段は、光軸方向の所定の範囲内における任意の位置に上記補正レンズ群を移動可能な補正レンズ群移動機構と、この補正レンズ群移動機構を観察者が操作する入力部からの信号により電気的に駆動する駆動手段とを具備したことを特徴とする自動焦点顕微鏡。

【請求項3】 上記補正手段は、上記補正レンズ群の位置が上記焦点距離調整機構の駆動範囲の両端のいずれかに達した場合にこれを報知する報知手段をさらに具備したことを特徴とする請求項1または2記載の自動焦点顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、観察試料のピント位置の調整を自動的に行なうことの可能な自動焦点顕微鏡に関する。

【0002】

【従来の技術】 現在、微細な資料を観察し、あるいは観察像をビデオ画像として記録することのできる顕微鏡が生物分野の研究をはじめ、工業分野の検査工程まで幅広く利用されている。このような顕微鏡を使用する場合、通常は基準ハンドルの操作により観察試料の焦点調節を行なうことでピント合わせ作業を実行する。しかるに、該作業は手動操作であるため、特に高倍対物レンズのように焦点深度が浅く合焦範囲が狭い場合には、素早くピント合わせ操作を行なうためにかなりの習熟を必要とする。

【0003】 そして、このピント合わせ作業の操作性が悪いと、作業者の疲労、生産効率の低下という悪影響を及ぼすことになる。特に検査工程などのルーチン作業においては、この操作を素早く行なって検査時間を短縮することが非常に重要な課題となる。

【0004】 そこで、このようなピント合わせ操作を自動的に行なうことのできる自動合焦機能を有した顕微鏡

が種々提案され、またそれらの改善を目的とした提案も数多くなされてきた。

【0005】 特許番号第2614843号では、合焦検出用の赤外光と実際に観察する可視光の波長差を補正すると共に、複数の対物レンズを使用した場合の各対物レンズの色収差により、自動焦点検出位置がバラつくことを補償するための手段が記載され、操作性の改善と製造コストの低減が提案されている。

【0006】 また、多層形成された半導体ウェハのように段差のある標本に対して、それぞれの層の欠陥を漏れなく検出するために、特開平6-281409号のような提案がなされている。

【0007】 さらに特開平8-43717号では、検出側の光路を2分割し、各々倍率の異なる2種類の結像レンズを用いて異なる受光素子より検出信号を得ることで合焦位置の判定をより広範囲な領域において行ない、標本への対応性を向上させている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 上記説明した特許番号第2614843号で提案されている方式は、対物レンズ毎に各々調整部が設けられ、それら対物レンズ毎に合焦位置からのオフセット値を設定、再現できるので対物レンズの色収差の補正には充分効果を発揮するものである。

【0009】 しかしながら、標本自体のバラツキによる焦点の位置ずれに対しては考慮がなされていない。これは例えば、半導体ウェハなどのように表面に段差のある標本の段差の上下を各々観察したい場合に、そのいずれか一方の合焦位置に対しては有効であるが、もう片方の合焦位置にはピントが合わないという欠点が生ずるものである。この場合、他方の合焦位置を観察するためには、対物レンズ毎に設けられた調整部を操作して最適合焦位置をずらして観察を行なうか、自動焦点検出動作を一時中断し、手動でのピント合わせ操作を強いられる結果となっている。

【0010】 また、上記特開平6-281409号では複数の焦点位置を観察するための検査装置が記載されており、ある特定の標本の完全なルーチン検査に対しては効果的である。すなわち、多層面の段差が予め分かっている単一標本の検査では有効な手段である。しかしながら、段差が異なる別の標本を観察する場合や標本の厚さが不明な場合など、標本の形状が変化した場合には迅速な対応を採ることができないという欠点がある。つまり、観察可能にするためにはフォーカスオフセット値を変更あるいは新規に登録し直す作業が必要となるが、その設定方法等に関する配慮がなされておらず、最悪の場合には設定操作が観察者とは別の、装置に精通した技術者が行なわなければならないケースも発生しかねない。したがって、複数の標本を観察しなければならない場合には適応することができないものとなっていた。

【0011】ところでこの種の焦点検出装置においては、その光学特性上、合焦位置判定の可能な範囲は対物レンズが高倍率になるほど狭くなる。これは検出側の結像レンズが固定倍率であることに起因しているため、上記特許番号第2614843号と特開平6-281409号の2つの発明においては、対物レンズ毎のオフセットや焦点位置の補正が可能であっても、対物レンズ等の光学系の倍率にともなう合焦判定の範囲やスピード、精度等の性能が変動してしまうことになる。

【0012】また上記特開平8-437177号において10は、上述した問題を回避するために検出側の光路を2分割し、各々倍率の異なる2種類の結像レンズを用いて結像された光電変換素子からの2種類の検出信号に基づき合焦判定を行なっている。しかしながら、このような構成とすることで同時に光学系、受光素子等の増加に伴う装置全体の大増大、価格の上昇等を招いてしまうことは避けられない。また、それぞれの結像レンズはやはり固定倍率なので、様々な倍率に応じた、最適な合焦動作を確保するまでには至らない。

【0013】さらに検出側の結像レンズの位置を移動させてフォーカスオフセットを行なう場合についても、結像レンズが低倍率の場合と高倍率の場合とではその移動幅が異なってオフセットの調整幅にも制限が生じてしまうため、上記特開平6-281409号にて明示されているような構成では、満足なフォーカスオフセット値の設定ができない虞がある。

【0014】本発明は上記のような実情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、自動焦点検出を行なう際に対物レンズの倍率や標本の厚みに拘わらず、常に広範囲の合焦判定範囲を確保しながら使用者が観察したい任意の光軸方向位置へのピント合わせ操作を確実に15かつ高速に行なうことを可能とする一方、対物レンズの倍率等に拘わらず、常に余裕を持った調整幅にて自動合焦可能なあらゆる標本に対して合焦位置のオフセット調整を簡単、確実に設定できる、操作性に優れた自動焦点顕微鏡を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、複数の交換可能な対物レンズの1つを通して可視光を試料に照射することでこの試料からの光を観察する観察光学系と、この観察光学系内の対物レンズを通して上記試料に可視外光を投光する光源と、上記可視外光の上記試料で反射された光像の像面に配置され、該可視外光の像面内位置に応じた信号を出力する光電変換器と、この光電変換器からの出力信号に基づいて試料の合焦位置を調整する合焦位置調整手段と、上記各対物レンズ毎の可視光に対する可視外光のズレを補正レンズ群により補正する補正手段とを備えた顕微鏡に用いられる焦点検出装置において、上記補正手段は、上記補正レンズ群の焦点距離を調整する焦点距離調整機構と、上記各対物レンズの20

倍率に応じて上記焦点距離調整機構を電氣的に駆動する駆動手段とを具備したことを特徴とする。

【0016】このような構成とした結果、自動焦点検出を行なう際に、各対物レンズの倍率により異なる焦点深度や試料の厚みに拘わらず、広範囲の合焦判定範囲を確保しながら使用者が観察したい任意の光軸方向位置へのピント合わせ操作を確実にかつ高速に行なうことが可能となる一方、合焦位置のオフセット調整に際しても、対物レンズ倍率等に拘わらず、自動合焦可能なあらゆる標本に対して常に余裕を持った調整幅にて簡単且つ確実に設定することが可能となる。

【0017】請求項2記載の発明は、上記請求項1記載の発明において、上記補正手段は、光軸方向の所定の範囲内における任意の位置に上記補正レンズ群を移動可能な補正レンズ群移動機構と、この補正レンズ群移動機構を観察者が操作する入力部からの信号により電氣的に駆動する駆動手段とを具備したことを特徴とする。

【0018】このような構成とした結果、上記請求項1記載の発明の作用に加えて、より操作性に優れた上記合焦位置のオフセット調整を行なうことができるようになる。請求項3記載の発明は、上記請求項1または2記載の発明において、上記補正手段は、上記補正レンズ群の位置が上記焦点距離調整機構の駆動範囲の両端のいずれかに達した場合にこれを報知する報知手段をさらに具備したことを特徴とする。

【0019】このような構成とした結果、上記請求項1または2記載の発明の作用に加えて、補正レンズ群の位置が駆動範囲の両端のいずれかに達した場合に即座にこれを認識することができるので、さらに操作性を向上して、より効率的に観察等を行なうことができるようになる。

【0020】

【発明の実施の形態】(第1の実施の形態)以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1はその全体構成を示しており、複数の対物レンズ3a、3b、これら複数の対物レンズ3a、3bを取付可能なレボルバ本体2、このレボルバ本体2を回転させ、任意の対物レンズ3を光路中に挿入させるために電氣的な駆動を行なうレボルバ用モータ15、及びレボルバ本体2のどの対物レンズ取付け位置が現在光路中に挿入されているかを検出するためのレボ穴位置検出部21から電動レボルバが構成されている。

【0021】しかるにこの電動レボルバにおいて、コントロール部25からの信号を受けるレボルバ用モータ駆動部18の駆動制御により上記レボルバ用モータ15が回転駆動され、またレボルバ本体2のどの穴位置に対物レンズ3が装着されているかを検出する設定するレボ穴位置検出部21で検出された内容はそのままコントロール部25へ送られる。

【0022】コントロール部25は周知のCPU回路で

あり、図2に示す如くCPU本体28、システムを制御するためのプログラムを格納したROM29と、制御に必要なデータを随時格納する揮発性メモリであるRAM30、制御信号の入出力を行なうI/Oポート31、及びこれらを接続するデータバス32と、図示しない発振器、アドレスデコーダ等の周知の周辺回路から構成されるもので、このI/Oポート31やデータバス32から各々の周辺装置の制御を行なうことになる。

【0023】観察対象となる観察試料Sは、試料移動ステージ1上に載置されて対物レンズ3で観察できるようになっている。上記試料移動ステージ1は基準用モータ16に接続されており、電気的に試料移動ステージ1を光軸と垂直方向に上下動させることが可能となっている。この基準用モータ16は、基準用モータ駆動部19により駆動されるもので、基準用モータ駆動部19は上記I/Oポート31を介してコントロール部25からの制御を受ける。

【0024】オートフォーカスに使用される基準光源4としては、赤外線等の可視外光波長領域の光源が使用される。この基準光源4は、光源のパルス点灯等を行ない、光源の強弱をコントロールする光源駆動部22より制御されるもので、基準光源4から発せられたレーザ光は平行光を保つためのコリメートレンズ5を通り、光束の半分をカットする投光側ストッパ6を介してPBS7でP偏光成分のみが反射され、標本側に導かれる。すなわち、集光レンズ群8により一旦集光された光束は色補正レンズ群9を通り、 $\lambda/4$ 板10を通過する時に45°偏光され、ダイクロックミラー11により反射される。

【0025】上記色補正レンズ群9は、色補正レンズ用モータ17により焦点距離を変更するズーム機構と、光軸に対して垂直方向への移動を行なう機構の両方を兼ね備えた構成になっており、色補正レンズ用モータ駆動部20によって駆動される。また、色補正レンズ群9の光軸方向における所定の範囲の両端にはリミット検出部33が設けられており、上記色補正レンズ群9の光軸方向の移動範囲を制限している。

【0026】上記ダイクロックミラー11は、赤外域のみが反射され、可視域は通過する性質をもっている。これにより、オートフォーカス用の赤外光はダイクロックミラー11で反射し、標本を視察するための可視光すなわち観察光及び照明光が光路中に挿入された対物レンズ3を介してここでは図示しない接眼レンズに至って、観察することが可能になる。ダイクロックミラー11により反射された光束は、対物レンズ3により観察試料Sにスポット状の像を形成する。そして、観察試料Sにより反射された光束は、今度は逆に対物レンズ3、ダイクロックミラー11を介し、 $\lambda/4$ 板10を再び通過する時にさらに45°偏光され、S偏光成分に切換わる。その後、色補正レンズ群9、集光レンズ群8を戻り、PBS

7へ入射する。ここで光束は上述した如くS偏光成分になっているので、そのままPBS7を透過し、受光側ストッパ12、集光レンズ群13を通過した後にフォトダイオード（以下「P.D.」と略称する）14に結像される。P.D.14は、光軸を中心に2個のフォトダイオード（センサA、B）が並ぶ光検出器である。P.D.14で結像されたスポットの光強度に応じた電流信号は増幅器23で電流/電圧変換された後に所定の増幅率をもって増幅され、その後A/D変換器24にてデジタル値に変換されてからコントロール部25で演算処理される。

【0027】また、観察を行なうものが直接操作する操作部としては、レボルバ本体2を回転させて光路に挿入されている対物レンズ3を任意倍率のものに変更するための図示しない対物レンズ変換SW、オートフォーカス動作の設定/解除を行なうオートフォーカススイッチ、及び基準部の上下動、及び色補正レンズ群9の移動を指示するためのJOGエンコーダ(E)27が設けられ、このうちJOGエンコーダ27のエンコーダ信号はパルスカウンタ26にてパルス数に変換されてコントロール部25に送られる。コントロール部25はこのパルスカウンタ26からのパルス数を読込むことで上記JOGエンコーダ27がどちらの方向にどれだけ回転されたかを判断し、JOGエンコーダ27の回転量に応じて各々の駆動部を動かすようになっている。

【0028】次に上記第1の実施の形態の特にオートフォーカス動作を行なった場合について説明する。図1では示さなかったオートフォーカススイッチが押下されると、コントロール部25はオートフォーカス用の赤外光のスポットを観察試料Sに照射させるために光源駆動部22に信号を与え、基準光源4の発振を開始する。

【0029】基準光源4からの光束で観察試料Sにスポットを照射し、その反射がP.D.14に投影されるもので、この投影されたスポットの位置により実際のオートフォーカス制御を行なう。

【0030】ここで、今回の実施の形態に記載されているオートフォーカス動作の原理を簡単に説明する。いま、仮に試料移動ステージ1の位置が合焦位置より上、すなわち対物レンズ3に近い場合を想定すると、基準光源4からのスポットは観察試料Sから早く反射され、P.D.14に結像されるスポット像は、図3(a)のようになり中心位置からセンサB寄りに、且つ強度が弱まって結像される。

【0031】反対に、試料移動ステージ1が合焦位置より下にある場合、すなわち対物レンズ3から遠い場合には、スポットは図3(c)のようにセンサA寄りに結像される。

【0032】また、試料移動ステージ1が正確に合焦位置にある場合のスポットの形状は、図3(b)に示すようにセンサA、B共に均等な範囲でほぼ光軸の中心に結

像する。しかも、この場合は焦点位置にあるために中心の光強度は最も高くなっている。

【0033】このようなスポットの動き、強さを判断しながらコントロール部25は次式

$$\{ (A-B) / (A+B) \} = 0$$

となる点に試料移動ステージ1を移動することによりオートフォーカス動作を行なう。センサAの出力が大きい場合は試料移動ステージ1を上へ駆動し、センサBの出力が大きい場合は下へ移動する。かくして、観察試料1の表面に正確に合焦できることになる。

【0034】ところが、ここで一つ大きな不具合が発生する。すなわち、オートフォーカス動作を行なう基準光源4は赤外光であり、実際の可視光とは波長が異なるため、色収差によりオートフォーカス装置が合焦と判断していても可視光領域ではピントがずれるという事態が生ずる。そこで設置されるのが色補正レンズ群9である。コントロール部25は、補正レンズ用駆動部20に駆動指示を与え、色補正レンズ用モータ17を駆動して色補正レンズ群9の光軸方向に対する移動量を調整し、P、D、14の結像位置の補正を行なう。この補正移動量は対物レンズ3の特性、基準光源4の使用波長によりある程度限定できることから、装置組立て、調整時に予め対物レンズ毎の補正移動値をROM29あるいはその他の記憶媒体、例えば不揮発性メモリであるEEPROM等に記憶しておくことで、そのデータに基づき補正作業が可能となる。また、この補正移動量は各対物レンズ3により各々異なるので、使用される対物レンズ3毎に記憶されている。

【0035】また色補正レンズ群9には、もう一つ重要な役割がある。以下、この役割について説明する。コントロール部25に入力される光検出器からのセンサA、Bの両出力信号は図4(a)に示すような特性となり、上記コントロール部25において演算処理された信号は図4(b)に示すような特性となる。すなわち、高倍の対物レンズ装着時と低倍の対物レンズ装着時との信号の形状は大きく異なり、高倍になる程、非測定面の変位、すなわちステージの上下方向における、信号が現れる範囲が狭くなる。この原因は、対物レンズ毎のNAの違いによるものであり、NAの大きい高倍の対物レンズを用いて検出した信号は、各々の信号におけるピーク間の距離が狭くなり、さらに急峻な上昇、下降を呈することとなる。

【0036】一般に合焦位置検出装置では、図4(a)または図4(b)に示すような信号のどちらか一方、または両方を用いて合焦位置の判定を行なうため、これらの信号の検出可能な範囲が狭いと上記範囲を検索するために時間を費やし、結果として合焦判定に時間がかかることとなる。

【0037】この問題は、色補正レンズ群9に焦点距離調節手段としてズーム機能を持たせることで回避でき

る。すなわち、低倍の対物レンズには色補正レンズ群9の焦点距離を小さく、逆に高倍対物レンズ装着時には焦点距離を大きくすることで、各対物レンズ間のNAの違いによる上記検出信号の形状のばらつきを解消し、常に十分な合焦判定範囲を確保することが可能となる。この色補正レンズ群9の焦点距離補正值についても、先述の補正移動量と同様、対物レンズの種類によりその値を特定できるため、予め対物レンズ毎の焦点距離補正值をROM29あるいはその他の記憶媒体、例えば不揮発性メモリであるEEPROM等に使用される対物レンズ3毎に記憶設定するものとすれば、記憶されているデータに基いた補正作業が可能となる。これにより観察像へのピント合わせが完了する。

【0038】したがって、本実施の形態においてオートフォーカス動作が開始される前に、上記色補正レンズ群9は装着されている各対物レンズ3毎に応じた補正移動値、及び焦点距離補正值に基づいて補正を行ない、各対物レンズ3に応じた最適なオートフォーカス動作の環境を設定するものとする。

【0039】以上のような色補正レンズ自動調整がなされた状態で、最終的に観察像へのピント合わせが完了する。最後に、オートフォーカス動作中の対物レンズ変換時の動作について説明する。

【0040】オートフォーカス動作中に図示されない対物レンズ3の切換えスイッチが押下された場合、コントロール部25はまず対物変換動作を行なうに当たり、光源駆動部22の発振を停止し、A/D変換器24からのデータ取得及び演算処理を停止すると共に、実行中のオートフォーカス動作を一時中断する。その上で、レボルバ用モータ駆動部18を駆動し、レボルバ用モータ15によりレボルバ本体2へ回転指示を与える。レボルバ本体2の回転が完了して新しい対物レンズ3が光路中に挿入されると、コントロール部25はレボ穴位置検出部21からの情報を読み込み、現在光路中に挿入されている対物レンズ3の倍率を確認し、それに対応した色収差補正レンズ群9の各補正值をROM29もしくは図示しない不揮発性メモリから読み込み、その値に従って補正レンズ用駆動部20を駆動して色補正レンズ用モータ17を回転させ、色補正レンズ群9の焦点距離及び位置を調整した後に、あらためて上記オートフォーカス動作を再開する。

【0041】かくして、本実施の形態によれば、自動焦点検出を行なう際に対物レンズの倍率や標本の厚みに関わらず、広範囲の合焦判定範囲を確保しながら、使用者が観察したい任意の位置(Z方向)へのピント合わせ操作を確実且つ高速に行なうことが可能となるものである。

【0042】(第2の実施の形態)次に本発明の第2の実施の形態について説明する。この第2の実施の形態については、オートフォーカス動作中のオフセット機構に

10

20

30

40

50

について説明する。なお、オートフォーカス動作自体については上記第1の実施の形態と同様であり、全体の構成は上記図1及び図2と同様であるものとして、同一部分には同一符号を用いて、ここではその図示及び説明を省略する。

【0043】しかるに上述した第1の実施の形態と同様のオートフォーカス動作を行なってピント合わせが終了した際に生じる、実際に作業者の観察したい部位にピントが合っているかどうかという懸念について考える。すなわち、観察試料Sに照射されるスポット径は非常に小さく、実際の作業者が観察した部位にスポットが当たっているとは限らない。また、スポット内にいくつもの段差がある場合などは、P.D. 14から正確な出力が得られない場合が発生する。これを解決するために本実施の形態では、オートフォーカス動作中に以下のような動作を行なうものとする。

【0044】オートフォーカス動作中、コントロール部25はP.D. 14からの入力により合焦検出動作を行なうのと同時に、パルスカウンタ26のデータを読込んでJOGエンコーダ27の監視を行なう。JOGエンコーダ27で回転指示による信号が発生した場合、これを受けたコントロール部25は補正レンズ用駆動部20に駆動指示を与え、色補正レンズ群9の焦点距離を固定したまま、その位置のみを移動させる。これにより、オートフォーカス動作中に色補正レンズ群9が移動すると、当然ながらP.D. 14へのスポット形状が変化する。それに対応すべくコントロール部25は、今度は基準用モータ駆動部19に駆動信号を与え、試料移動ステージ1を移動させる。このような動作を繰返し実行することで結果的に装置が検出した合焦位置からオフセット値が付加設定され、作業者が観察したい部位へ合焦させることができる。また、作業者による上記オフセット動作により色補正レンズ群9の光軸方向の位置があらかじめ制限されている範囲の両端のいずれか一方に達した場合、リミット検出部33によりコントロール部25に信号が送られ、コントロール部25はこれを受けて図示しない操作部の警告ランプやブザー等の手段を用いて、作業者にその旨を通知するものとする。

【0045】ここで操作して決定したオフセット値、すなわち色補正レンズ群9の光軸方向の移動量は、対物レンズ変更後もRAM30内に対物レンズ毎に記憶され、同一の対物レンズに戻した場合などは、上述の説明と同様に対物レンズを所望の倍率に変更した後に色補正レンズ群9に対応するオフセット値の位置まで移動し、それからオートフォーカス動作が再開されるので、対物レンズを変更した場合でも常に観察したい位置に正確にピントの合った観察を行なうことが可能である。

【0046】ここで考慮すべきことに、対物レンズ毎のオフセット調整幅、及び分解能がある。すなわち、従来の固定倍率による色補正レンズでは、上述した通り対物

レンズの倍率、特にNAによって検出信号の形状が異なるため、対物レンズ毎のオフセット調整に際する色補正レンズの移動量が非常に異なる。例えばある標本において現在のピント位置から1 μ mずらした位置にオートフォーカスをかけたい場合、低倍の対物レンズでは色補正レンズを μ mオーダーで移動させれば良いのに対して、高倍の対物レンズではmmオーダーの移動量を要する、といったことが起こり得る。その結果、高倍対物レンズではオフセット調整に費やす時間の増加、及びオフセット可能な範囲が制限され、満足な機能を果たすことができなくなってしまうことが考えられる。

【0047】しかしながら本実施の形態の装置においては、色補正レンズ群9に焦点距離調節機構を備え、対物レンズの倍率毎に最適な調整がなされているため、対物レンズの種類に拘わらず常に一定のレンズ移動量でオフセット動作を行なうことができる。したがってオフセット可能な範囲についても、対物レンズの倍率に依存することなく、色補正レンズ群9の移動範囲を広くとれば、その分だけどの倍率の対物レンズに対しても余裕のあるオフセット動作が可能となっている。

【0048】ただし、ここでの移動量はあくまでも標本や観察場所に左右される場合のオフセット値であるので、上記第1の実施の形態において説明した、色収差による装置自体に必ず持っている固有のオフセット値とは基本的には別のものであることを付け加えておく。したがって、RAM30へのデータ記憶の際には各々別のデータとして記憶、保存しておくことが望ましい。

【0049】かくして、本実施の形態によれば、オートフォーカス動作中のピント位置のオフセット調整に際しても、対物レンズ倍率等に拘わらず常に余裕を持った調整幅にて、自動合焦可能なあらゆる標本に対して簡単且つ確実に設定できる手段を設けたこと、及びオフセット動作におけるリミット警告機能を付加したことにより、作業者に分かり易く、操作性に優れた顕微鏡が提供できることとなる。

【0050】なお、上記第1及び第2の実施の形態においては、試料移動ステージ1を光軸に沿って上下させる場合の装置構成で説明を行なったが、これに代えてレボルバを上下させる方式あるいはその他の方式であってもその効果は損なわれない。

【0051】また、色補正レンズ群の焦点調節機構としてはズーム方式や複数のレンズの着脱方式等、焦点距離の変更の趣旨を逸脱しない限り、種々の変更が可能である。さらに、本実施の形態において説明したオートフォーカスは、アクティブ方式のうちの瞳分割方式に属するものであるが、発明の趣旨を逸脱しない限り、他の方式を用いたオートフォーカス装置にも容易に転用可能である。

【0052】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、自動焦点

検出を行なう際に、各対物レンズの倍率により異なる焦点深度や試料の厚みに拘わらず、広範囲の合焦判定範囲を確保しながら使用者が観察したい任意の光軸方向位置へのピント合わせ操作を確実にかつ高速に行なうことが可能となる一方、合焦位置のオフセット調整に際しても、対物レンズ倍率等に拘わらず、自動合焦可能なあらゆる標本に対して常に余裕を持った調整幅にて簡単且つ確実に設定することが可能となる。

【0053】請求項2記載の発明によれば、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、より操作性に優れた上記合焦位置のオフセット調整を行なうことができるようになる。

【0054】請求項3記載の発明によれば、上記請求項1または2記載の発明の効果に加えて、補正レンズ群の位置が駆動範囲の両端のいずれかに達した場合に即座にこれを認識することができるので、さらに操作性を向上して、より効率的に観察等を行なうことができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る全体構成を示す図。

【図2】図1のコントロール部の詳細な回路構成を示すブロック図。

【図3】同実施の形態に係るフォトダイオードへのスポット光の結像状態を示す図。

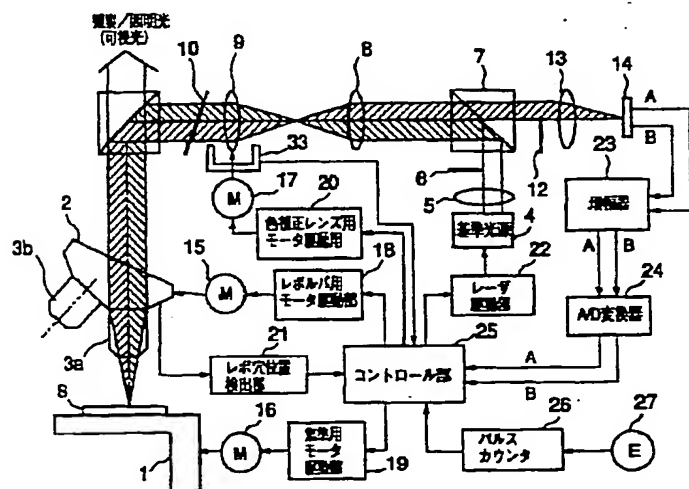
【図4】同実施の形態に係る光検出器からの信号の特性を示す図。

【符号の説明】

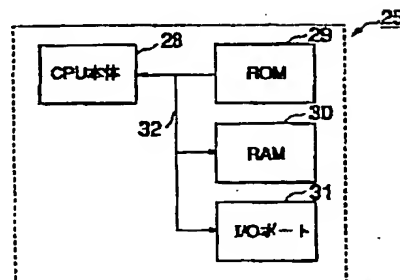
- 1…試料移動ステージ
- 2…レボルバ本体
- 3a、3b…対物レンズ

- 4…基準光源
- 5…コリメートレンズ
- 6…投光側ストッパ
- 7…PBS
- 8…集光レンズ群
- 9…色補正レンズ群
- 10…λ/4板
- 11…ダイクロックミラー
- 12…受光側ストッパ
- 13…集光レンズ群
- 14…フォトダイオード(P.D.)
- 15…レボルバ用モータ
- 16…基準用モータ
- 17…色補正レンズ用モータ
- 18…レボルバ用モータ駆動部
- 19…基準用モータ駆動部
- 20…色補正レンズ用モータ駆動部
- 21…レボ穴位置検出部
- 22…光源駆動部
- 23…増幅器
- 24…A/D変換器
- 25…コントロール部
- 26…パルスカウンタ
- 27…JOGエンコーダ(E)
- 28…CPU本体
- 29…ROM
- 30…RAM
- 31…I/Oポート
- 32…データバス
- 33…リミット検出部
- S…観察試料

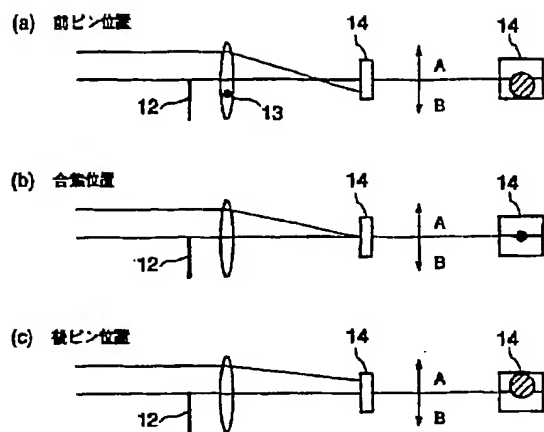
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

